

УДК 621.315.592

Дмитро Фреїк, Богдан Дзундза, Роман Лецин, Тарас Кушнір
*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна*

АВТОМАТИЗОВАНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КІНЕТИЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТОНКИХ ПЛІВОК

У даній роботі розроблена електрична схема, та сконструйована діюча установка вимірювання електричних параметрів напівпровідникових плівок. Створена комп'ютерна програма що забезпечує автоматизацію вимірювань, реєстрацію і первинною обробку даних, з можливість побудови графіків часових та температурних залежностей.

Вимірювання електричних параметрів напівпровідникових плівок – тип провідності, питомий електричний опір, концентрація носіїв заряду, рухливість, коефіцієнт термо-е.р.с. – проводили у постійних магнітних полях величиною (1,5-2) Тл. При вимірюванні плівкові зразки розташовувалися в тримачі типової конструкції з шістьма вимірювальними зондами (два струмових і чотири холлівських), двома термopарами (хромель-алюмель або мідь-константан), внутрішнім (градієнтним) і зовнішнім нагрівачами. Точність вимірювання температур складала 0,5-1,0 К, а магнітних полів $\pm 3\%$. Кріостати для створення низьких температур являли собою кварцові посудини Дьюара або посудини із пінопласту, заповнені рідким азотом і розміщені в зазорі магніту. Проміжні температури між азотною і кімнатною досягались підігрівом за допомогою електроспіралі, біфілярно намотаної на трубчасте осердя тримача зразка. Використання герметичної комірки дозволяє проводити вимірювання у вакуумі (10^{-3} - 10^{-4}) Па.

Виготовлення надійних омичних контактів, які не руйнують плівку і задовольняють всім необхідним вимогам, проводилися методами осадження срібла в поєднанні з позолоченими притискними контактами або пайки при $T < 400$ К. Тип провідності визначався за знаком термо-е.р.с.

Функціональна схема установки наведена на рис. 1. Основою вимірювального комплексу є цифровий мультиметр UNI-T UT804 який підтримує вивід даних на комп'ютер і в режимі вольтметра постійної напруги забезпечує роздільну здатність 0,01 мВ при точності 0,05 % та має режим автоматичного вибору діапазону вимірювання.

В якості керуючого пристрою вибрано мікроконтролер ATmega16, якій характеризується широко розвиненою периферією. Програма для мікроконтроллера написана на С в середовищі CodeWizardAVR. Зв'язок з комп'ютером на апаратному рівні забезпечується перетворювачем USB-UART, а на програмному за допомогою інтерпретатора текстових команд, що забезпечує двосторонній обмін даними між керуючою програмою на комп'ютері та мікроконтролером установки.

Комутація вольтметра і зняття спаду напруги на еталонному резисторі, зразку, струмових та холлівський парах контактів здійснюється послідовно за

допомогою шести герконових мікрореле блоку комутації.

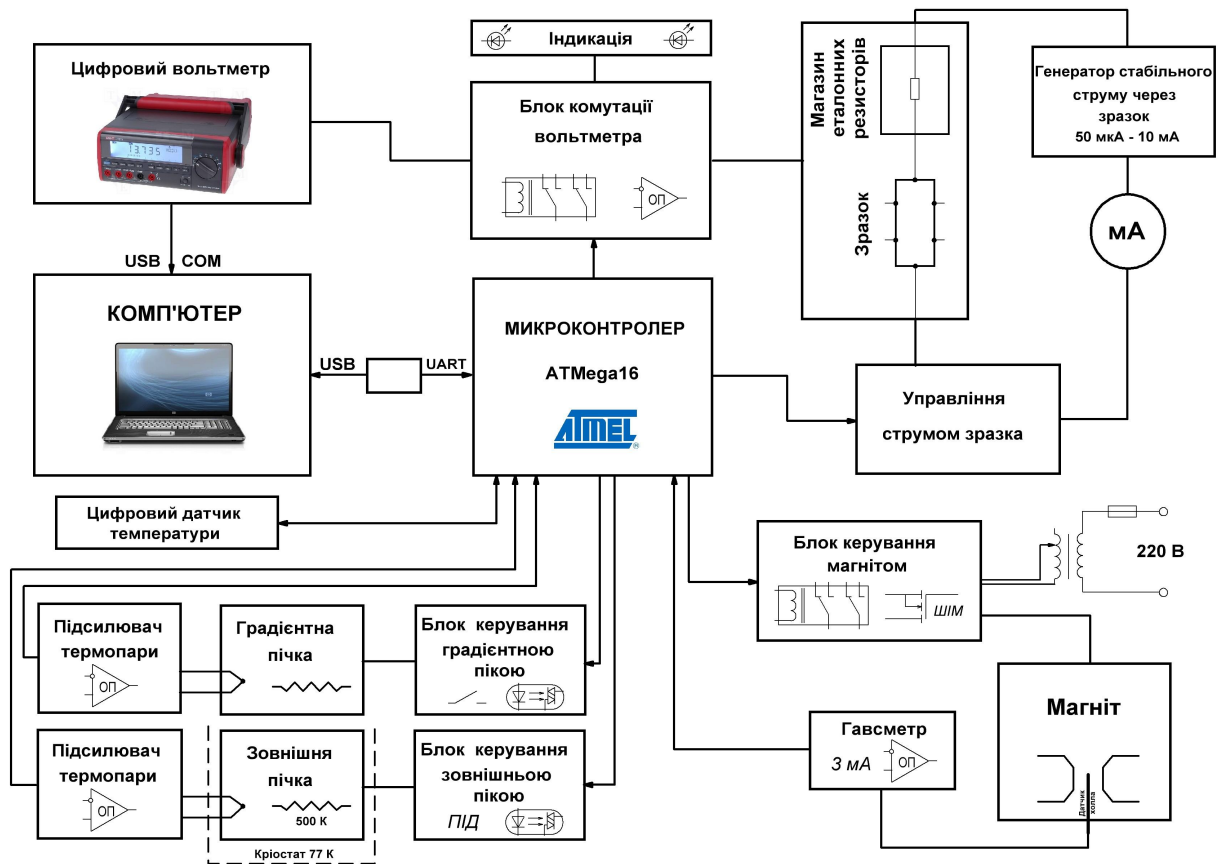


Рисунок 1 - Функціональна блок-схема установки автоматизованих вимірювань електричних параметрів напівпровідникових плівок.

Генератор стабільного струму через зразок зібраний на мікросхемі LM234 і має 12 дискретних значень струму які вибираються за допомогою галетного перемикача і контролюються амперметром. Увімкнення магніту та зміна полярності магнітного поля реалізована на електромеханічних реле, струм через магніт задається лабораторним автотрансформатором який включений перед випрямним мостом. Плавне збільшення струму через магніт до номінального при включенні та плавне зменшення до нуля при виключенні здійснюється за допомогою широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Вимірювання індукції магнітного поля реалізовано на датчику Холла який розміщується на виносному щупі в робочій зоні магніту.

Програма написана в середовищі Delphi і забезпечує реєстрацію даних з цифрового вольтметра, ручне та автоматизоване керування процесом вимірювань, попередню обробку та візуалізацію даних. Результати вимірювання кожного зразка зберігається в окремому файлі з можливістю подальшого продовження експерименту. Реалізована можливість вибору конкретних даних для експорту в MS Excel з метою їх подальшої обробки.

Робота частково виконана у рамках наукових проектів ДФФД України (державні реєстраційні номери 0112U003693) та МОН України (державний реєстраційний номери 0110U006281).